

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ” _____ 2025р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
бакалавр
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Організація проведення технічного огляду і ремонтів з
розробкою технологічного процесу ремонту генератора»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності _____
208 «Агроінженерія»
Яковенко Є.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник доктор філософії, доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 рік

Зміст

	ВСТУП	5
1	РОЗДІЛ 1. Організація технічного обслуговування і ремонтів сільськогосподарської техніки	7
1.1	Загальні положення щодо організації технічного обслуговування та ремонтів	7
1.2	Особливості обслуговування електрообладнання машин	9
1.3	Організація ремонтних робіт генератора	11
1.4	Розробка технологічного процесу ремонту генератора	13
	1.4.1 Вихідні дані	13
	1.4.2 Технологічна послідовність ремонту	14
	1.4.3 Вимоги до якості	16
	1.4.4 Умови та засоби проведення ремонту	17
	РОЗДІЛ 2. Проектно-організаційна частина	19
2.1	Організація проведення ТО і ремонтів в проектному господарстві	19
2.2	Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт за місцем виконання	21
2.3	Методи виконання ремонту в умовах господарської майстерні	23
2.4	Планування річного завантаження ремонтної майстерні	25
2.5	Технічна характеристика генератора	27
	2.5.1 Будова та принцип роботи генератора	27
	2.5.2 Можливі несправності та методи їх діагностики	29
2.6	Конструкція та розрахунок пристосування для демонтажу кришки генератора	30
	2.6.1 Опис конструкції	30
	2.6.2 Розрахунок силового гвинта та матеріалів	31
	РОЗДІЛ 3. Охорона праці	33
3.1	Загальні положення	33
3.2	Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори	33
3.3	Заходи безпеки при виконанні ремонтних робіт	34
3.4	Пожежна безпека	35
	РОЗДІЛ 4. Економічна частина	36
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	40
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42

ВСТУП

У сучасних умовах ефективне функціонування агропромислового комплексу значною мірою залежить від технічного стану сільськогосподарської техніки. Висока якість виконання ремонтних робіт і технічного обслуговування машин є необхідною умовою безперервного виробничого процесу, зниження простоїв техніки та підвищення загальної продуктивності аграрного сектору. Забезпечення цих вимог можливе лише за наявності розвиненої системи наукових, виробничих, сервісних та управлінських структур, які працюють у напрямку технічного супроводу машинно-тракторного парку. У зв'язку з цим актуальним завданням залишається формування та постійне вдосконалення ремонтно-обслуговуючої бази сільського господарства.

Трансформація економіки України у напрямку ринкових відносин, розвиток приватної ініціативи та багатоукладності у сільському господарстві спричинили істотні зміни в організації технічного обслуговування та ремонту машин. Нові умови вимагають переосмислення ролі ремонту та сервісу не як другорядної діяльності, а як повноцінної складової процесу механізації виробництва. Крім того, у центрі уваги повинні бути поставлені інтереси та потреби кінцевого споживача техніки — аграрія, що зумовлює зміну підходів до взаємодії між виробником, сервісною службою та користувачем.

Зарубіжний і вітчизняний досвід у сфері сервісного обслуговування свідчить про ефективність побудови ремонтно-обслуговуючої системи на основі тісної взаємодії з заводами-виробниками техніки. Такий підхід передбачає створення комплексного технічного сервісу, що охоплює повний життєвий цикл машини — від виробництва до утилізації.

Ключовим принципом побудови сучасної системи технічного обслуговування є системність: тісна взаємодія трьох основних підсистем — виробництво техніки — технічний сервіс — кінцевий споживач. Порушення

роботи хоча б однієї з ланок призводить до збоїв у всій системі, зниження ефективності функціонування техніки та втрат у виробництві. У той же час злагоджений зворотний зв'язок між усіма елементами сприяє прискоренню науково-технічного прогресу та впровадженню інновацій.

У сучасних умовах українська ремонтно-обслуговуюча база активно перебудовується відповідно до ринкових вимог. У напрямку формування єдиної інтегрованої системи «виробник – сервіс – споживач» створено галузеві структури, зокрема концерн «Укراгротехсервіс», який забезпечує аграрні підприємства сучасною технікою, обладнанням та засобами для організації ремонтних робіт. Такі заходи є важливим кроком до підвищення надійності техніки та загальної ефективності сільськогосподарського виробництва.

РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ГЕНЕРАТОРА

1.1 Загальні положення щодо організації технічного обслуговування та ремонту

Надійна та безперебійна робота машинно-тракторного парку є критично важливою умовою ефективності сільськогосподарського виробництва. Особливе значення має організація системи технічного обслуговування (ТО) та ремонтів, яка забезпечує підтримання техніки в працездатному стані протягом усього експлуатаційного строку.

Система ТО включає планові та позапланові заходи, серед яких виділяють:

- Технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2);
- Сезонне обслуговування (СО);
- Поточний ремонт (ПР);
- Капітальний ремонт (КР);
- Діагностування технічного стану.

Організація технічного обслуговування повинна базуватися на:

- чіткому дотриманні інструкцій заводу-виробника;
- раціональному плануванні трудових ресурсів;
- оптимальному використанні ремонтно-обслуговуючої бази;
- застосуванні сучасного інструменту, обладнання та технологій.

1.2 Особливості обслуговування електрообладнання машин

Системи електропостачання сільськогосподарських машин забезпечують роботу стартерів, освітлення, блоків управління, а також електронних систем

контролю. Основним джерелом електроенергії в системі є генератор, від справності якого залежить робота усіх електроприймачів.

Технічне обслуговування електрообладнання, зокрема генераторів, повинно включати:

- перевірку кріплень і цілісності електропроводки;
- перевірку натягу приводного ремня;
- оцінку напруги на виході генератора;
- діагностику щіткового вузла і колектора;
- перевірку підшипників і стану обмоток.

1.3 Організація ремонтних робіт генератора

Поточний або капітальний ремонт генератора проводиться на ремонтних дільницях або у спеціалізованих майстернях. Порядок дій залежить від характеру несправності та ступеня зношування елементів. Типові несправності:

- знос або обрив обмоток;
- несправність випрямного блока;
- пошкодження підшипників;
- порушення контакту в щітковому вузлі.

Ремонт передбачає як заміщення несправних елементів, так і відновлення придатних до подальшої експлуатації.

1.4 Розробка технологічного процесу ремонту генератора

1.4.1 Вихідні дані

Об'єктом ремонту є трифазний генератор змінного струму типу Г273В, що встановлюється на тракторах ХТЗ та іншій сільськогосподарській техніці. Генератор має номінальну напругу 14 В, потужність 0,8 кВт, збудження — від обмотки з магнітопроводом.

1.4.2 Технологічна послідовність ремонту

№	Найменування операції	Зміст операції
1	Зовнішній огляд	Візуальна перевірка корпусу, шківу, контактів
2	Демонтаж генератора	Від'єднання електропроводки, зняття ремня, демонтаж з техніки
3	Розбирання вузлів	Зняття кришок, щіток, підшипників, обмотки
4	Діагностика компонентів	Перевірка опору обмоток, стану контактних кілець, щіток
5	Відновлення або заміна несправних деталей	Заміна щіток, підшипників, діодного моста, при потребі перемотування
6	Збирання генератора	Послідовне збирання всіх елементів у зворотному порядку
7	Контрольне випробування	Перевірка вихідної напруги, струму, відсутності вібрацій
8	Монтаж на техніку	Установка на місце, підключення та регулювання натягу ремня

1.4.3 Вимоги до якості

Після ремонту генератор повинен забезпечувати стабільну напругу 13,8–14,5 В при номінальному навантаженні. Не допускається іскріння щіток, перегрів корпусу, шум чи вібрації.

1.5 Умови та засоби проведення ремонту

Для якісного виконання ремонту слід забезпечити:

- наявність стенда для діагностики генераторів;
- вимірювальні прилади (тестер, вольтметр, омметр);
- пристрої для пресування підшипників;
- запасні частини та матеріали згідно технічної документації.

Ремонт слід проводити у приміщенні з температурою не нижче +10°C, ізоляцією від пилу та вологи. Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту.

2. ПРОЕКТНО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Організація проведення ТО і ремонтів в проектному господарстві

Технічне обслуговування та ремонт машинно-тракторного парку господарства здійснюється згідно з розробленим планом-графіком, який складається на початку року інженером з ремонту та затверджується головним інженером.

Регламентні обслуговування ЩТО, ТО-1 та ТО-2 для автомобілів виконуються безпосередньо у місцях експлуатації техніки — на польовому стані, машинному дворі, території бригади або у гаражі. ТО-3 для тракторів, а також усі поточні ремонти машин проводяться у ремонтній майстерні загального призначення господарства. Капітальні ремонти машин і агрегатів виконуються у спеціалізованих ремонтних підприємствах.

Допускається відхилення від встановлених строків технічного обслуговування і ремонту тракторів та автомобілів у межах $\pm 10\%$. Щодо комбайнів та сільськогосподарських машин, ремонтні роботи, як правило, здійснюються після завершення відповідного технологічного циклу робіт.

З метою обліку напрацювання техніки між регламентними обслуговуваннями на кожну одиницю (зокрема трактори) видається індивідуальний талон, за яким також здійснюється заправка паливом. При настанні строку чергового технічного обслуговування, заправка дозволяється лише після виконання всіх передбачених операцій ТО та відмітки про це інженером.

Для виконання технічного обслуговування і ремонтів у господарстві функціонує спеціалізована технічна ланка, очолювана майстром-налагоджувачем. До її складу входять також слюсарі, які виконують прості ремонтні операції, тоді як складні діагностичні та регулювальні роботи виконує майстер.

Розрахунок кількості ТО і ремонтів та визначення завантаження ремонтної майстерні по ремонту генераторів які проведені в проектному господарстві Представлені в додатку А.

2.2 Розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт за місцем виконання

У межах планово-запобіжної системи технічного обслуговування і ремонту машин, усі види робіт, пов'язані з технічним обслуговуванням і ремонтом машинно-тракторного парку, розподіляються відповідно до рівня складності та необхідного технічного оснащення:

- Капітальні ремонти виконуються виключно на ремонтних заводах та спеціалізованих підприємствах;
- Поточні ремонти тракторів, комбайнів, автомобілів та сільськогосподарських машин проводяться в ремонтній майстерні господарства;
- Технічне обслуговування третього рівня (ТО-3) тракторів здійснюється у господарських майстернях, переважно на дільницях діагностики;
- Періодичні (ТО-1, ТО-2) та сезонні обслуговування проводяться на території машинного двору, у гаражах або на спеціалізованих майданчиках (пунктах ТО).

2.3 Методи виконання ремонту в умовах господарської майстерні

Метод ремонту визначає організаційно-технологічний підхід до виконання ремонтних робіт і залежить від рівня спеціалізації ремонтної бази та складності відновлювальних операцій. У практиці господарств застосовуються такі основні методи:

- Знеособлений метод — полягає в тому, що під час ремонту не зберігається відповідність деталей базовій машині. Широко використовується на спеціалізованих ремонтних підприємствах.

- *Переваги:* значне скорочення простою техніки;

Недоліки: відсутність мотивації до дбайливого ставлення до техніки.

- Незнеособлений метод — передбачає збереження приналежності відремонтованих деталей до тієї ж машини. Цей метод переважно застосовується в умовах господарських майстерень при виконанні поточних ремонтів і при ремонті нескладної техніки.

- *Переваги:* раціональне використання спеціалізованих робочих постів;

Недоліки: дещо більший час перебування техніки в ремонті.

- Агрегатний метод — виконується на спеціалізованих постах з чітко визначеною послідовністю робіт, передбачає заміну несправного агрегату на справний, а відновлення виконується окремо.

- Поточний метод — один із варіантів знеособленого ремонту, коли пошкоджені вузли або агрегати безпосередньо змінюються на нові чи раніше відремонтовані.

У господарських умовах зазвичай використовуються агрегатний та незнеособлений методи ремонту, оскільки вони найбільш адаптовані до ресурсних можливостей і типових обсягів робіт.

2.4 Планування річного завантаження ремонтної майстерні

Для організації ефективної роботи ремонтної бази формується річний план-графік завантаження майстерні. В основу плану закладаються наступні вихідні дані:

- кількість ремонтів і технічних обслуговувань;
- марка та тип машин;
- трудомісткість виконання відповідних операцій.

Розподіл робіт здійснюється з урахуванням сезонної активності техніки:

- Поточні ремонти тракторів: приблизно 70% — у зимовий період, решта — у весняно-літній та осінній сезони;

- Технічне обслуговування виконується в зворотному співвідношенні;
- Обслуговування автомобілів залежить від їхнього річного пробігу;
- Ремонт комбайнів і сільськогосподарських машин повинен бути завершений щонайменше за місяць до початку польових робіт або не пізніше 10 днів після їх завершення.

Загальна трудомісткість ремонтних операцій по місяцях вирівнюється шляхом введення додаткових робіт, аби забезпечити рівномірне завантаження майстерні. Різниця між максимально та мінімально завантаженими місяцями не повинна перевищувати 200 людино-годин.

2.5 Технічна характеристика генератора

Номінальна група в В.....	14
Початкова частота обертання обмотки збудження в об/хв. в холодному стані при температурі 20 ⁰ С, при якій досягається напруга 12,5 В:	
при силі струму навантаження, рівній 0	Не більше 900
при силі струму навантаження, рівній 28 А...	Не більше 2000
Максимальна сила струму в А.....	40±5

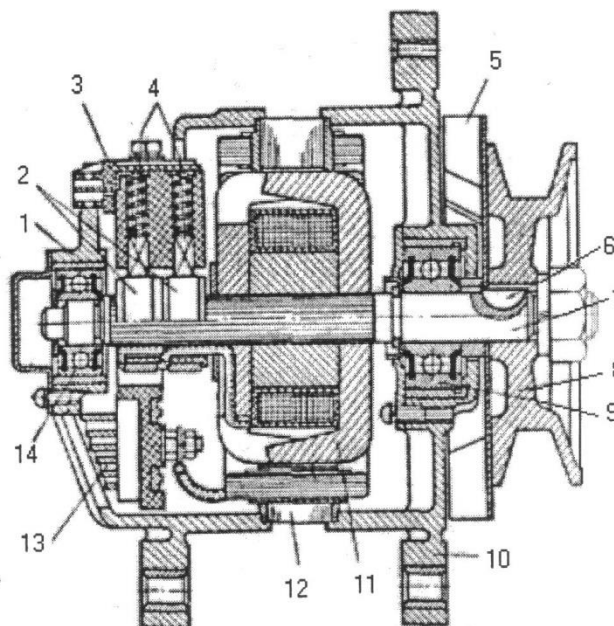


Рисунок 2.1 Генератор змінного струму:

- 1- кришка зі сторони контактних кілець; 2 – контактне кільце;
 2- щіткотримач; 4- щітки; 5- вентилятор; 6 – шпонка; 7 – вал генератора;
 8 – шків; 9 і 14 – шарикопідшипники (герметизовані); 10 – кришка зі
 сторони приводу;
 11 – ротор; 12 – статор; 13 – блок ВБГ-1(напівпровідниковий випрямляч).

Генератор змінного струму (рисунок 2.1) є трифазною 12-полюсною синхронною машиною з вбудованим випрямлячем на основі кремнієвих діодів типу ВБГ-1. Він має захищене виконання та систему проточної вентиляції. Призначений для використання в однопровідній електросхемі автомобіля з підключенням негативного виводу до маси. Помилкове підключення позитивного полюса акумулятора до корпусу призводить до пошкодження діодного блоку та регулятора напруги.

Можливі несправності та відмови

Основним проявом несправності генераторної установки є відсутність або недостатній рівень заряду акумуляторної батареї. Причиною цього можуть бути дефекти в самому генераторі, випрямлячі або реле-регуляторі.

Перед діагностикою окремих компонентів необхідно перевірити надійність електричних з'єднань на клемах генератора, випрямляча та реле-регулятора. Для перевірки працездатності генератора використовують вольтметр змінного струму або контрольну лампу на 12 В. Під час роботи двигуна на 600–800 об/хв слід по черзі торкатися фазних клем генератора одним щупом, інший приєднують до маси. Якщо напруга становить 12 В або більше, або лампа світиться на повну яскравість — генератор справний.

Можливі несправності генератора включають:

- пошкодження обмотки збудження або статора;
- зависання щіток або окислення контактних кілець;
- пробій діодів;
- ослаблення гайки кріплення шківа, що спричиняє появу шуму чи стуку, а згодом — поломку вентилятора;
- контакт ротора зі статором, що може бути наслідком спрацювання підшипникового вузла;
- перегрів і руйнування підшипників;
- ослаблення кріплення генератора, що спричиняє удари та шум, а також пошкодження посадкових отворів.

Категорично заборонено:

- запускати двигун при від'єданому плюсовому проводі генератора;
- замикати клеми генератора чи реле-регулятора на масу під час перевірки іскроутворення.

Для діагностики випрямляча спочатку перевіряють якість паяння з'єднань та стан селенових шайб. При наявності підгоряння або пробою застосовують вольтметр постійного струму або контрольну лампу. Якщо при напрузі 12 В лампа світиться повністю або прилад показує відповідне значення — випрямляч справний.

Перш ніж розбирати генератор, обов'язково перевіряється справність щіткового вузла: чистота контактних кілець, відсутність окислення,

справність пружин щіток, знос щіток тощо. Усі ці чинники впливають на струм збудження і, як наслідок, на потужність генератора.

Послідовність розбирання генератора (рисунок 2.2):

1. Відкрутити гвинти кріплення і демонтувати щіткотримач (поз. 10) разом із щітками.
2. Від'єднати гвинти та зняти кришку підшипника (поз. 12) зі сторони контактних кілець.
3. Відкрутити стяжні гвинти, які з'єднують передню і задню кришки (поз. 1 та 8).
4. За допомогою знімача або преса зняти задню кришку (поз. 8), попередньо від'єднавши виводи фаз обмотки статора.
5. Демонтувати блок діодів або окремі діоди, закріплені на кришці зі сторони контактних кілець.
6. Зняти статор (поз. 7) разом з обмотками.
7. Закріпити ротор в тисках, відкрутити гайку на стороні шківів (поз. 23).
8. Зняти шків, вентилятор, шпонку та упорне кільце (поз. 22) за допомогою спеціального знімача або преса.
9. ☐ Зняти з вала ротора (поз. 3) передню кришку (поз. 1) з боку приводу разом із кульковим підшипником (поз. 2), використовуючи різьбові отвори в кришці та спеціальне пристосування або прес.
10. ☐ Зняти кульковий підшипник (поз. 19) з боку контактних кілець.
11. ☐ Із кришки зі сторони приводу демонтувати шайби кріплення сальника та витягнути підшипник з кришки.

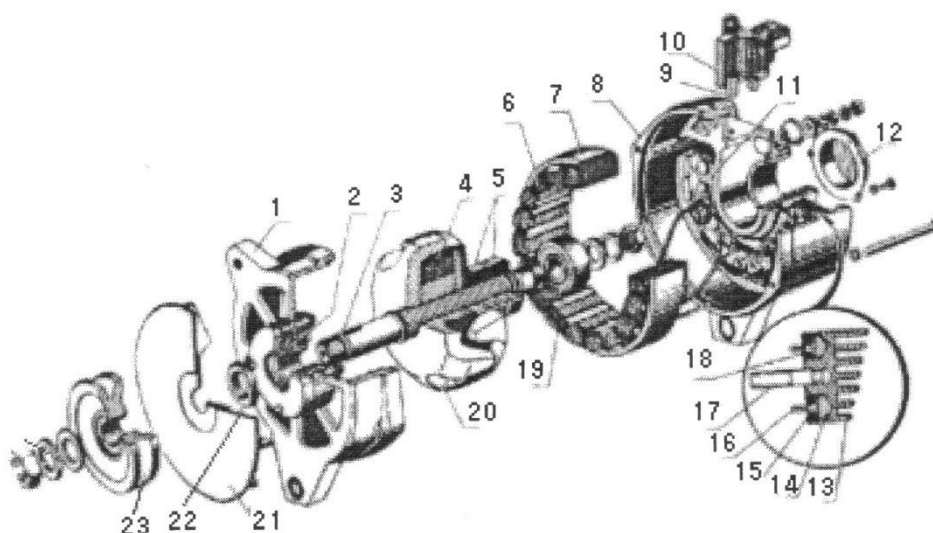


Рисунок 2.2 Генератор змінного струму:

1 – кришка зі сторони приводу; 2 і 19 – шарикові підшипники; 3 – вал ротора; 4 – обмотка збудження ротора; 5 – контактні кільця; 6 – обмотка статора; 7 – статор; 8 – кришка зі сторони контактних кілець; 9 – щітка; 10 – щіткотримач; 11 – випрямний блок; 12 – кришка підшипника; 13 – тепло відвід; 14 – мідна контакта шайба; 15 – напівпровідникова кремнієва пластина; 16 – відвід; 17 – клемма; 18 – герметизуючи заливка; 20 – магнітопровід ротора; 21 – вентилятор; 22 – упорне кільце; 23 – шків.

Дефектування генератора

Після розбирання генератора всі його елементи підлягають ретельному дефектуванню для виявлення зношених або пошкоджених деталей.

Основні етапи дефектування:

- **Перевірка щіткового вузла:** За допомогою динамометра перевіряється тиск пружин на щітки. Сила тиску повинна відповідати технічним умовам, встановленим для конкретного типу генератора.
- **Огляд механічних пошкоджень:** Під час огляду та вимірювання виявляються такі несправності:

- знос шийок вала ротора;
 - руйнування або люфт підшипників;
 - пошкодження шпонкової канавки шківів або зминання шпонки;
 - зношування посадочних місць під підшипники в кришках генератора;
 - тріщини, сколи, деформації корпусу або елементів кріплення.
- Перевірка ізоляції: Для перевірки замикання ізольованих виводів або обмоток на масу застосовують контрольну лампу, живлення якої подається від акумулятора або мережі (127 або 220 В). Якщо лампа загоряється — це свідчить про пробій ізоляції.
- Перевірка обривів обмоток: Для виявлення обривів в обмотках збудження або статора використовується контрольна лампа. Один щуп підключають до контактних кілець ротора, а іншим перевіряють послідовно фазні виводи статора. Якщо лампа не світиться — присутній обрив.
- Перевірка міжвиткових замикань:
 - Для ротора — шляхом вимірювання опору обмотки збудження. Отримане значення порівнюють з нормативним за технічними умовами.
 - Для статора — вимірюють опір між фазними виводами. В нормі ці значення мають бути однаковими. Різниця в опорах свідчить про міжвиткове замикання.
- Застосування приладів для діагностики: Міжвиткові замикання в обмотці статора додатково можна виявити за допомогою портативного дефектоскопа ПДО-1 (КИ-969), який дозволяє локалізувати пошкоджену ділянку.

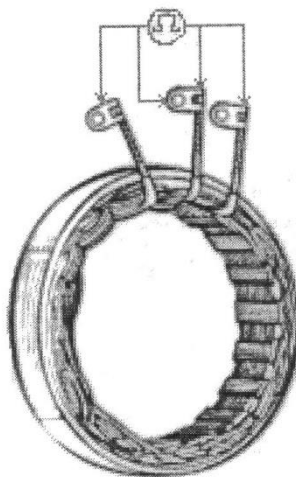


Рисунок 2.3 Перевірка обмотки статора генератора
на відсутність міжвиткових замикань

Перевірка випрямного блока

Після демонтажу генератора необхідно провести перевірку справності випрямного блока, оскільки його діоди часто виходять з ладу при неправильному підключенні або перевантаженнях.

1. Очищення випрямного блока Випрямний блок ретельно очищають від пилу, масла та інших забруднень. Це особливо важливо для забезпечення нормального теплообміну та електричної ізоляції.

2. Підготовка до перевірки Для перевірки справності діодів застосовують джерело постійного струму з напругою не більше 24 В (наприклад, акумуляторну батарею) та контрольну лампу — автомобільну лампу типу А12-1 (12 В, 1 Вт) або А24-1 (24 В, 1 Вт), залежно від напруги джерела.

3. Принцип перевірки Оскільки в кожній секції випрямного блока встановлені діоди з різною полярністю (позитивний вивід діода виведено на внутрішню шину, негативний — на зовнішню), перевірку проводять у двох варіантах полярності живлення. Напругу від джерела подають по черзі на

кожен контакт блока, змінюючи полярність підключення відповідно до розташування діодів.

Порядок перевірки

Перевірка діодів, з'єднаних шиною в точці 3 (рис. 2.5, а): Позитивний провід джерела приєднують до плюсової шини випрямляча. Потім провід з контрольною лампою (провід С) по черзі торкається до клем 5 випрямного блока.

Якщо діод справний (тобто пропускає струм у прямому напрямку), лампа загоряється.

Якщо при підключенні до однієї з клем лампа не горить — діод несправний (обірваний перехід або пробій).

Перевірка діодів з протилежною полярністю: Необхідно змінити полярність живлення: негативний провід приєднують до іншої шини, а перевірку виконують аналогічним чином.

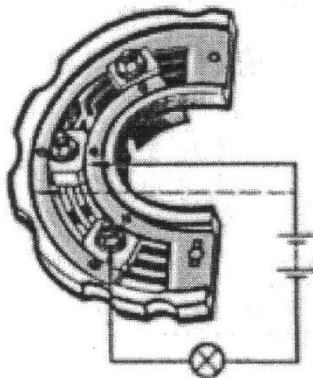


Рисунок 2.4 Перевірка стану блока діодів

Перевірка випрямного блока Після демонтажу генератора обов'язково виконують перевірку справності випрямного блока, оскільки несправності діодів або селенових елементів можуть призвести до відсутності зарядного струму або до пошкодження інших елементів електросистеми.

1. Підготовка до перевірки Випрямний блок очищають від бруду, пилю та можливих слідів окислення.

Для перевірки застосовують джерело постійного струму напругою не більше 24 В (акумуляторна батарея) і контрольну лампу (наприклад, автомобільну лампу типу А12-1 або А24-1).

2. Перевірка діодів випрямного блока Перша перевірка (рис. 2.5, а) Позитивний провід приєднують до плюсової шини випрямного блока. Провід з контрольною лампою (провід **С**) по черзі торкається клем 5. Якщо діоди справні (пропускають струм від клем 5 до шини), лампа горить.

Якщо лампа не загоряється при підключенні до однієї з клем — діод обірваний.

Друга перевірка (рис. 2.5, а, пунктиром)

Провід **В** підключають до плюсової шини випрямного блока.

Провід **К** з контрольною лампою по черзі торкається клем 5.

При справних діодах лампа не повинна горіти, оскільки струм у зворотному напрямку не проходить.

Якщо лампа загорається — в діоді пробій (коротке замикання).

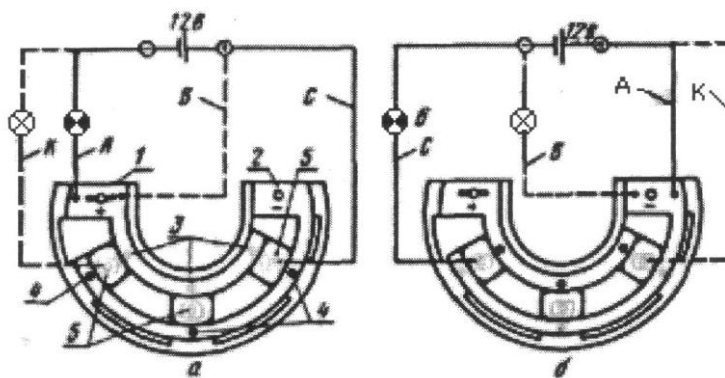


Рисунок 2.5 Схема перевірки діодів випрямного блока ББГ-1:

1 – плюсова шина; 2 – мінусова шина; 3 і 4 – вивід діодів;
5 – клем; 6 – контрольна лампа; А, В, С, К – проводу.

Перевірка діодів, з'єднаних з мінусовою шиною (рис. 2.5, б)

Аналогічним чином виконують перевірку діодів, підключених до мінусової шини в точках 4, змінюючи полярність джерела живлення.

3. Перевірка селенових елементів (рис. 2.6)

Щуп зі сторони латунної контактної шайби приєднують до позитивного полюса джерела.

Замикають вимикачі ВК1 та ВК2, вводять повністю реостат, і щільно притискають щупи до шайб елемента.

Плавню підвищують напругу на щупах до 14 В.

Якщо зворотний струм > 2 А — коротке замикання (елемент несправний).

Якщо струм < 200 мА — елемент справний.

При напрузі 12 В, якщо струм > 200 мА — елемент має зменшений зворотний опір, підлягає заміні.

Якщо при напрузі 16–18 В струм не перевищує 4–6 мА — можлива наявність шару аморфного селену, який теж потребує усунення.

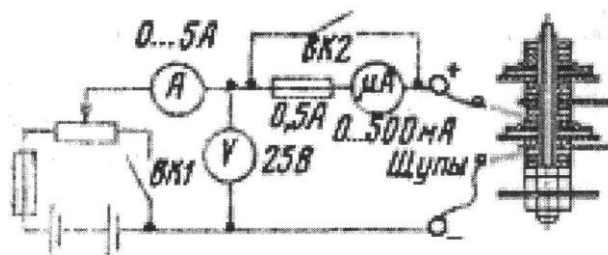


Рисунок 2.6 Схема пристосування для визначення справності елементів селенового випрямляча

Перевірка окремих діодів після демонтажу. Діоди перевіряють лише в розібраному стані, з від'єднаною обмоткою статора. У коло діода послідовно включають лампу накаливання. Лампа повинна горіти лише в одному напрямку струму.

Якщо в обох положеннях лампа горить — коротке замикання. Якщо не горить взагалі — обрив переходу.

Не допускається:

подавати напругу вище номінальної;

перевіряти діоди без лампи в колі;

використовувати змінну напругу для перевірки.

Ремонт вузлів і відновлення деталей

У процесі технічного обслуговування генератора окремі його вузли та деталі можуть вимагати ремонту або повної заміни. Основні операції з відновлення вузлів виконуються згідно з технічними вимогами та методиками ремонту.

Ремонт ротора

Під час ремонту ротора виконують такі операції:

заміна котушки збудження при її пошкодженні;

проточування або заміна контактних кілець;

усунення спрацювань посадочних місць під підшипники;

відновлення паза під шпонку на валу.

Заміна котушки збудження

Для цього:

ротор розбирають за допомогою знімача або преса;

у генераторах типу Г250 — знімають половину ключоподібних полюсів після відпаювання кінців обмотки та зняття контактних кілець;

нову обмотку намотують безпосередньо на втулку, з урахуванням товщини картонних шайб, які приклеюють після намотування.

Ремонт контактних кілець

Проточування кілець виконують до повного зняття слідів підгоряння, але не більше 1 мм по діаметру.

Допустиме биття після обробки — не більше 0,1 мм.

Поверхню полірують скляною шкіркою без зняття з верстата.

Якщо спрацювання перевищує 1 мм — кільця замінюють: їх знімають після відпаювання виводів, нові кільця напресовують, проточують і полірують.

Виводи обмотки припаюють до кілець припоєм ПОС-40.

Монтаж і складання ротора

Для зручності виготовляють підставку до преса.

Вал ротора встановлюють у підставку, запресовують шпонку, встановлюють полюси та котушку.

Другу половину полюсів монтують після вирівнювання отвору у втулці з установочною шпилькою.

Після затягування гайки приступають до монтажу контактних кілець.

Встановлення контактних кілець

Кінець вала з насічкою розташовують вгору.

Вставляють шайбу та підготовлені виводи обмотки.

Контактне кільце напресовують таким чином, щоб шліц збігався з канавкою на валу.

Для ізоляції між валом і контактною пластиною вставляють дерев'яний клин.

Пайку проводять зачищеними та лудженими місцями контактних кілець.

Сушіння та просочення

Котушку попередньо сушать при температурі 110–120 °C протягом 2–3 годин.

Опір ізоляції має становити не менше 5 МОм.

Ротор просочують лаком МЛ-92:

нагрітий ротор — 15–25 хв;

холодний — 25–60 хв.

Дається 20 хвилин на стікання залишків лаку.

Поверхні, що не мають бути покриті лаком (різьба, підшипники, контактні кільця), очищають бензином.

Після просочення сушать при $120\text{--}130\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 8–16 год.

Після охолодження до $20 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ізоляцію перевіряють мегомметром при 500 В — не менше 50 МОм.

Інші відновлювальні роботи

Ізоляцію виводів генератора, що втратила властивості, замінюють.

Всі пошкоджені або зношені механічні деталі (втулки, шпонки, шайби тощо) замінюють або відновлюють традиційними методами.

Ремонт щіткового вузла

Пружини щіток, які втратили пружність, обов'язково замінюються. Щітки, що мають спрацювання або забруднення, також замінюють. У генераторів типу Г-250, які мають закриті щіткотримачі, тиск пружин перевіряють за допомогою спеціальної схеми (рис. 2.7).

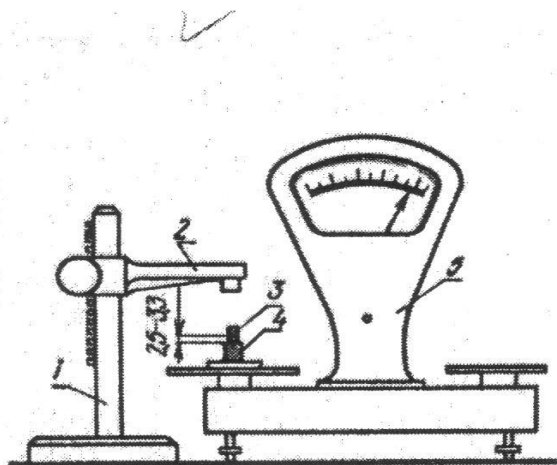


Рисунок 2.7 Схема визначення стану
і

пружини щіткотримача:

1 – підставка; 2 – наживний важіль;
кілець: 3 – щітка; 4 – щіткотримач; 5 – вага.
висота
частини щітки

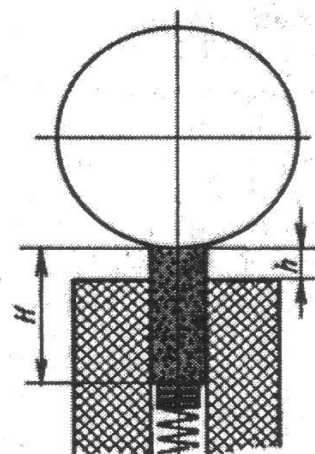


Рисунок 2.8 Положення щітки

щіткотримачі
відносно контактних
H – висота щітки; h –
виступаючої

Перевірка тиску щіток і ремонт щіткотримачів

Для визначення сили тиску пружини щітки у генераторах типу Г-250 використовують спеціальне обладнання, зображене на рисунку 3.7.

Перевіряємий щіткотримач **4** разом зі щіткою **3** встановлюють на майданчику ваги **5**. Виступ важеля **2**, закріпленого на стійці з підставкою **1**, натискає на щітку, яка встановлена у напрямній щіткотримача з виступом 2,5...3,3 мм. Стрілка ваги вказує силу тиску пружини на щітку в грамах, із врахуванням ваги щіткотримача.

Висоту щітки вимірюють без урахування виступаючої частини, як показано на рисунку 2.8. Якщо щіткотримач має сколи, тріщини або деформацію корпусу, його замінюють.

Ремонт статора

Найбільш поширені несправності обмотки статора — виткове замикання та замикання на масу, які виникають унаслідок порушення ізоляції котушок. Пошкоджену котушку замінюють шляхом її вилучення з пазів статора після видалення текстолітових клинів.

Нову котушку намотують із дроту відповідного діаметра на спеціальному пристрої. Пристрій встановлюють на токарному верстаті або іншому приводі. Намотування виконують із натягом 20–30 Н.

Колективне намотування котушок

При послідовному з'єднанні котушок у фазі можлива одночасна намотка декількох котушок одним проводом. Це прискорює процес виготовлення фазових обмоток. Для цього застосовують спеціальне пристосування (рисунки 3.9), яке дає змогу намотати одну або декілька котушок одночасно, а також усі шість котушок однієї фази.

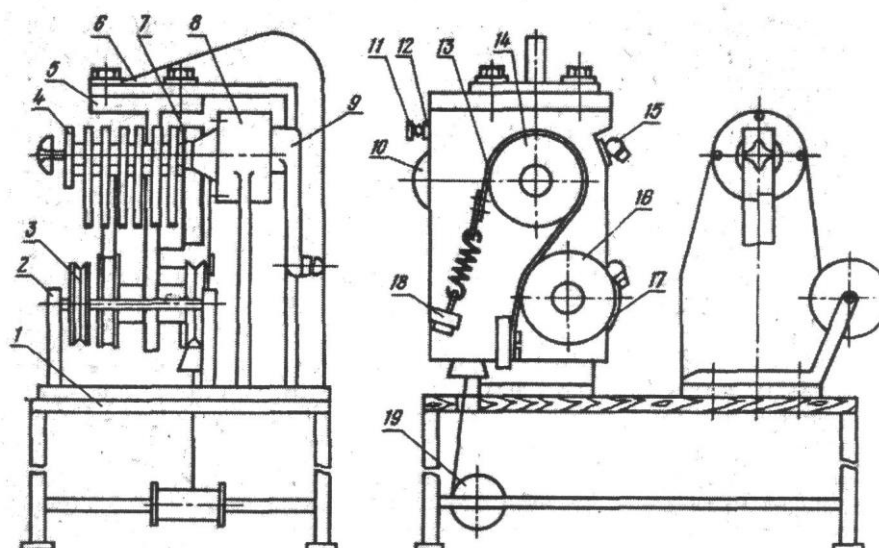


Рисунок 2.9 Пристосування для намотування фазних обмоток статора:

1 – підставка; 2 і 8 – стійки; 3, 7 і 17 – направляючі ролики; 4 – оправка;
 5 – кронштейн; 6 – основа натяжного пристрою; 9 – ручка; 10 – ролик;
 11 і 18 – болти; 12 – пружини; 13 – пружини паса; 14 – шків; 15 – масльонка;
 16 – натяжний ролик; 19 – котушка.

Пристосування для намотування фазної обмотки статора Для виготовлення котушок фазної обмотки статора застосовують спеціальне пристроювання, зображене на рисунку 2.9. Воно складається з підставки (1), на столі якої жорстко закріплена основа (6) натяжного пристрою, який подає провід від намотувальної котушки (19). У пристосуванні також передбачено стійку (8) з оправкою (4) та ручкою (9) для обертання.

На кронштейні (5), жорстко з'єднаному з основою натяжного пристрою, закріплені направляючі ролики (7, 17), натяжні ролики (14, 16) і прижимний ролик (10). Направляючий ролик (3) може переміщуватися по осі, яка закріплена на стійках (2).

Гальмування проводу здійснюється за допомогою зміни натягу пружини ремня (13) через болт (18), а також шляхом зміщення осі прижимного ролика,

який встановлений на рухомому кронштейні і фіксується болтом (11) з пружиною (12). Всі осі роликів мають змащення через масльонки (15).

Провід, поданий з котушки через систему роликів, потрапляє до оправки, на яку при обертанні ручки послідовно намотують фазну обмотку. Після завершення намотування провід відкушують, відкручують гайку оправки та роз'єднують її секції, щоб зняти сформовані котушки фази. Потім оправку збирають назад відповідно до номерів секцій і повторюють процес для наступної фази.

Встановлення котушок у статор. Перед монтажем котушок у пази статора його очищають та фарбують нітроемаллю. Дно пазів вистилають ізоляцією з електротехнічного картону марки **ЭВ** або **ЭВС**. Котушки фіксують у пазах за допомогою текстолітових клинів.

Котушки фаз генераторів типу Г-250, з'єднані послідовно, розташовують у такий спосіб:— Першу котушку першої фази надягають на умовно перший зубець статора,— Другу — через два зубці на третій, і так далі.

Таким самим чином розміщують котушки другої та третьої фази (рис. 2.10 а).

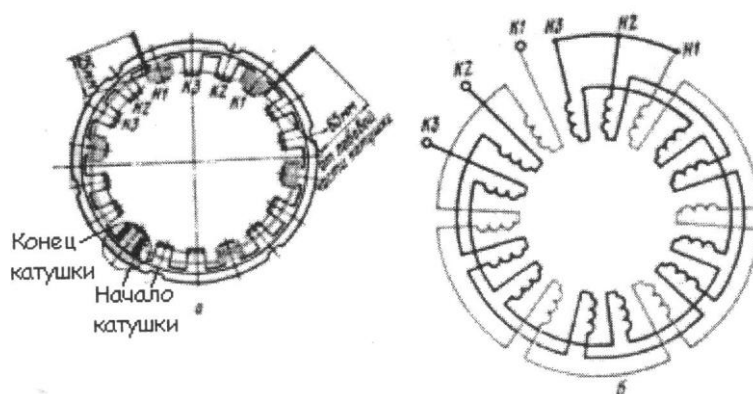


Рисунок 2.10 Схема складання котушок статора типу Г250 (а)

і схема обмотки генератора типу Г250 (б):

H1, H2, H3 — початок відповідно першої, другої і третьої фази;

K1, K2 і K3 — кінець відповідно першої, другої і третьої фази.

Конструкція та ремонт фаз генератора Г-250

У генераторі Г-250 кожна котушка складається з витків, намотаних у три шари: два нижні — по п'ять витків, верхній — три витка. Після намотування та зняття з оправки кінці обмотки обрізають відповідно до креслення та зачищають від емалі на довжину 6...8 мм. Зачищені кінці скручують і пропаюють припоєм ПОС-40, після чого на місце скрутки надягають ізоляційну трубку з хлорвінілу діаметром 4 мм. Кінці обмоток фаз, які під'єднуються до виводів, також ізолюють трубками діаметром 2,5 мм і оснащують наконечниками.

Статор генератора просочують лаком типу ГФ-95 або МЛ-92 для забезпечення волого- і теплостійкості, а також фіксації витків обмотки. Процес включає занурення статора у лак на 1...2 хв., при цьому контактні наконечники не повинні бути змочені. Після просочування статор витримують 15...20 хв. на повітрі, протирають посадочні поверхні змоченою в бензині ганчіркою та висушують у сушильній шафі при температурі 100...120 °С протягом 4 годин.

Опір ізоляції перевіряють мегомметром, а обмотки — на відсутність міжвиткових і міжфазних замикань. Котушки трьохфазної обмотки укладають у пази за годинниковою стрілкою (рисунок 3.10 б). Кожна фаза має шість безперервно намотаних котушок, які містять п'ять витків у два шари: три витки у першому, два — у другому.

Ремонт діодів

Несправні діоди відпаюють від шин, замінюючи їх справними. Діоди серії ВА випресовують ручним пресом, уникаючи ударів, щоб не пошкодити посадочне місце. Для запресування нових діодів отвори розвертають (через збільшений на 0,5 мм посадковий діаметр у запасних частин). Пуансон повинен мати діаметр на 0,2...0,3 мм більше фланця ізолятора, а зусилля запресування не повинно перевищувати 5000 Н.

Перед паянням перевіряють полярність діодів за допомогою контрольної лампи. Використовують електричний паяльник, припій ПОС-61, флюс — спиртовий розчин каніфолі. Температура діода не повинна перевищувати 150 °С, а тривалість паяння — не більше 15 секунд.

Складання генератора

Генератор складають у зворотному порядку розбиранню, дотримуючись таких технічних вимог:

Ізоляція виводів кришок має витримувати напругу 220 В.

Обмотка збудження не повинна мати міжвиткових замикань або замикання на корпус.

Контактні кільця не повинні коротити між собою або на корпус.

Котушка збудження повинна бути щільно затиснута в роторі під полюсами.

Зібраний ротор просочують ізоляційним лаком.

У підшипники закладають спеціальне мастило (ЛЗ-158, ЦИАТИМ-201 тощо).

Фетрові шайби сальників просочують індустріальною оливою 45.

Биття контактних кілець відносно посадочних місць не більше 0,05 мм.

Ротор повинен вільно обертатись вручну.

Поздовжній люфт ротора — у межах 0,15...0,25 мм.

Розміри, зазори та натяги мають відповідати технічним умовам на ремонт.

Після складання генератор піддають перевірці на відповідність вихідних параметрів технічним характеристикам.

Випробування генераторів

Для випробування генератор встановлюють на контрольно-випробувальний стенд типу КИ-968 або інший, який дозволяє плавно змінювати частоту обертання ротора і навантаження генератора.

Стенд має бути оснащений:

Вольтметрами та амперметрами класу точності не нижче 1,5;
Навантажувальними реостатами;
Тахометром для контролю частоти обертання;

2.6 Будова і робота пристрою

Під час виконання розбірних робіт на ділянці з ремонту вузлів електрообладнання виникають труднощі при демонтажі передньої кришки генератора. Це зумовлено тим, що підшипник, розміщений у кришці, має пресову посадку та напресовується на вал із зусиллям 35 Н. Тому для зняття кришки необхідно використовувати прес із відповідними наставками або виконувати цю операцію на спеціально обладнаній розбірній ділянці.

З метою спрощення цієї операції пропонується застосування спеціального пристосування (рисунок 4.1), яке складається з траверси (3) з отвором діаметром 20 мм. Над отвором приварюється гайка (2), в яку вкручується силовий гвинт (1). У верхній частині гвинта передбачено встановлення рукоятки (5) для обертання. По краях траверси розташовані отвори, в які вставляються болти (4).

Для демонтажу передньої кришки генератора слід викрутити силовий гвинт (1) майже до кінця, встановити болти (4) у відповідні отвори траверси та закрутити їх у різьбові отвори кришки. Далі необхідно сумістити конусну частину силового гвинта з центрувальним отвором вала ротора й, обертаючи рукоятку (5), поступово зняти кришку.

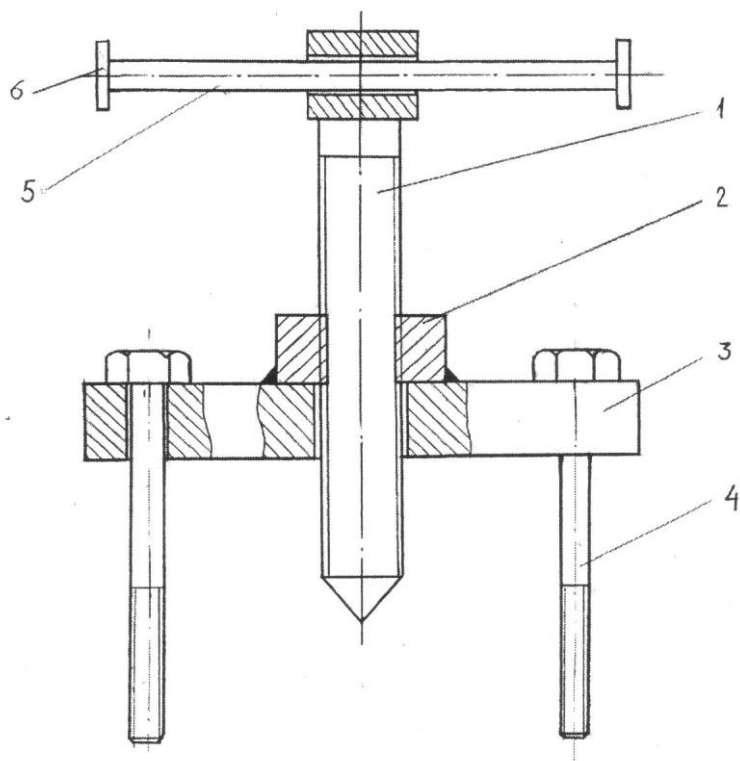


Рисунок 2.111 Пристосування для зняття передньої кришки генератора:
 1 – силовий гвинт; 2 – гайка; 3 – траверса; 4 – болт; 5 – рукоятка; 6 – обмежувач.

Розрахунок конструктивного елемента пристрою представлено в додатку Б

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні положення

Ремонт генераторів належить до робіт підвищеної небезпеки, оскільки пов'язаний з обслуговуванням електрообладнання, яке працює під напругою, використанням інструментів, механізмів, вантажопідіймального обладнання та виконанням слюсарно-монтажних операцій. Тому дотримання вимог охорони праці є обов'язковим для забезпечення безпеки персоналу, запобігання травматизму та аварійних ситуацій.

3.2 Основні небезпечні і шкідливі виробничі фактори

При ремонті генераторів можуть виникати такі небезпечні та шкідливі фактори:

- ураження електричним струмом при роботі з підключеним обладнанням;
- травмування при демонтажі важких деталей (кришки, ротор тощо);
- ураження при обертанні частин механізмів;
- порізи та удари від інструменту або елементів генератора;
- підвищений рівень шуму, вібрацій та пилу;
- пожежонебезпека при коротких замиканнях або несправностях електропроводки.
-

3.3 Заходи безпеки при виконанні ремонтних робіт

Для зниження ризику виробничих травм та аварій при ремонті генераторів необхідно дотримуватись таких заходів:

Ремонт генератора проводити лише після повного зняття напруги та перевірки відсутності струму на затискачах.

Використовувати тільки справний інструмент, перевірений на заземлення й ізоляцію.

При демонтажі деталей з пресовою посадкою (наприклад, зняття кришки з підшипником) застосовувати спеціальні пристосування, що виключають пошкодження деталей або травми.

Застосовувати засоби індивідуального захисту: діелектричні рукавички, окуляри, спецодяг, захисне взуття.

Дотримуватись правил техніки безпеки при використанні електрифікованого та ручного інструменту.

Організовувати робоче місце з достатнім освітленням та вентиляцією.

Забороняється працювати з обладнанням при наявності слідів пошкодження ізоляції, перегріву або сторонніх запахів.

Роботи виконуються відповідно до інструкцій з охорони праці, затверджених у господарстві.

Пожежна безпека

В майстерні мають бути передбачені засоби пожежогасіння: вогнегасники (вуглекислотні або порошкові), пісок, лопати.

Забороняється палити або користуватись відкритим вогнем поблизу електрообладнання.

При виявленні задимлення або запаху горілого обладнання негайно знеструмити ділянку та повідомити відповідальну особу.

Висновок за розділом

У процесі ремонту генераторів необхідно приділяти особливу увагу дотриманню вимог охорони праці, оскільки даний вид робіт супроводжується дією низки небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Основними ризиками є ураження електричним струмом, механічні травми під час

демонтажу важких вузлів, а також можливість виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

Для забезпечення безпечних умов праці передбачено комплекс організаційних та технічних заходів, таких як використання засобів індивідуального захисту, впровадження спеціальних пристосувань для демонтажу складових частин генератора, проведення інструктажів та навчання персоналу.

Реалізація цих заходів дозволяє зменшити ризики виробничого травматизму, підвищити ефективність ремонтних робіт і створити безпечні умови праці на ремонтній ділянці.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Визначення техніко – економічних показників роботи дільниці по ремонту електрообладнання

Техніко – економічні показники роботи дільниці характеризують організацію виробничого процесу і виробничу діяльність дільниці. Їх використовують для порівняльної оцінки виробничої діяльності існуючої дільниці ремонтної майстерні і розробленої в проекті. До вихідних даних для розрахунків техніко – економічних показників роботи дільниці відносяться:

W_{∂} - планова річна трудомісткість ремонтних робіт на дільниці, люд.год.;

F_{∂} - виробнича площа дільниці, м² ;

P - кількість виробничих робітників на дільниці.

Розраховується річний фонд заробітної плати виробничих робітників, який визначається за формулою [8]:

$$O_{\phi} = T_c \cdot T_{\partial}; \quad (4.1)$$

де O_{ϕ} - річний фонд заробітної плати, грн.;

T_c - годинна тарифна ставка середнього розряду, грн.;

T_{∂} - планова річна трудомісткість ремонтних робіт, що виконуються на дільниці, люд. – год.

$$O_{\phi} = 5.5 \cdot 650 = 3327,5 \text{ грн.}$$

Розраховується річний випуск продукції (річний об'єм ремонтних робіт) на дільниці, який визначається за формулою [8]:

$$C_{np} = O_{\phi} + KO_{\phi} + K_c O_{\phi} + K_m O_{\phi} + \frac{O_{\phi} K_n}{200} + B_{pm}; \quad (4.2)$$

де C_{np} - річний випуск продукції, грн.;

O_{ϕ} - річний фонд заробітної плати виробничих робітників на дільниці, грн.;

K - коефіцієнт, що враховує додаткову заробітню плату робітників на ділянці;

K_c – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальне страхування в майстерні господарства, $K_c = 0.024$, в ремонтних підприємствах $K_c = 0,044$;

K_m -коефіцієнт, що враховує торгівельну націнку до преїскурантної вартості матеріальних цінностей, $K_T = 0,10...0,12$;

K_n – відсоток накладних витрат, затверджений для даної ремонтної майстерні господарства або ремонтного підприємства;

B_{pm} – вартість річного витраченого ділянкою матеріальних цінностей (основних матеріалів і запасних частин) [8].

$$B_{pm} = B_m + B_{зч}; \quad (4.3)$$

де B_m – вартість матеріалів, грн.;

$B_{зч}$ – вартість запасних частин, грн.

Таблиця 4.1 Витрата матеріалів на ділянці

Назва матеріалу	Кількість, кг	Вартість. 1 кг., грн	Сума, грн.
Дріт мідний	10,0	6,5	65
Вода дистильована	15,0	2,0	30
Кислота сірчана	5,0	8,0	40
Електроліт	20,0	3,0	60
Всього	-	-	195

$$B_{pm} = 195 + 718 = 913 \text{ грн.}$$

$$C_{пр} = 3327,5 + 0,1 \cdot 3327,5 + 0,024 \cdot 3327,5 + 0,12 \cdot 3327,5 + \frac{3327,5 \cdot 1,2}{200} + 913 = 5072,43 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.2 Витрата запасних деталей на ділянці

Назва запасних деталей	Кількість, шт.	Вартість 1 шт., грн.	Сума, грн.
Підшипники генератора	20	9,0	180
Втулки стартера	18	6,0	108
Щітки генератора	20	4,0	80
Щітки стартера	20	8,0	160
Конденсатор	10	5,0	50
Струмозрозподільник	10	4,0	40
Контакти переривника-розподілька	10	10,0	100
Всього:	-	-	718

Розраховуються відносні техніко – економічні показники роботи ділянки.

Річний випуск продукції на одного виробничого робітника [8]:

$$C_{pp} = \frac{C_{np}}{P_{\partial}}; \quad (4.4)$$

де C_{np} – річний випуск продукції, грн.;

P_{∂} - кількість робітників на ділянці.

$$C_{pp} = \frac{5072,43}{1} = 5072,43 \text{ грн.}$$

Річний випуск продукції на 1 м² виробничої площі ділянки [8]:

$$C_{nl} = \frac{C_{np}}{F}; \quad (4.5)$$

де C_{np} – річний випуск продукції, грн.;

F - площа ділянки, м².

$$C_{\text{пл}} = \frac{50,72}{33} = 153,71 \text{ грн/м}^2$$

Річний випуск продукції на одну гривню вартості основного обладнання (фондовіддача) [8]:

$$C_{\text{фв}} = \frac{C_{\text{пр}}}{B_o} ; \quad (4.6)$$

де $C_{\text{пр}}$ – річний випуск продукції, грн.;

B_o - вартість основного обладнання, грн..

$$C_{\text{фв}} = \frac{5072,43}{6550} = 0,77 \text{ грн.}$$

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Незважаючи на технічну укомплектованість, рівень рентабельності господарської діяльності залишається низьким і має тенденцію до подальшого зниження. Основною причиною є висока собівартість продукції, значну частку якої становлять витрати на утримання машинно-тракторного парку. Аналіз цих витрат показує, що вони постійно зростають і наразі сягають 137 350 грн на рік.

Причиною цього є значне зношення техніки: більшість тракторів і комбайнів експлуатуються понад 20 років, що призводить до зростання кількості несправностей, аварійних зупинок та витрат на ремонт. Додатковими ускладненнями є постійне зростання цін на запасні частини та паливно-мастильні матеріали, низька оплата ремонтних робіт, а також застаріле обладнання ремонтної майстерні й нерегулярне проведення технічного обслуговування.

Для покращення технічного стану техніки та підвищення ефективності ремонтно-обслуговувальних робіт пропонується реалізувати наступні заходи:

Оснастити ремонтну дільницю сучасним обладнанням, зокрема металорізальними верстатами, підйомно-транспортними механізмами та діагностичними засобами.

Впровадити чітке планування та контроль за своєчасним і якісним проведенням технічного обслуговування і ремонтів.

Створити спеціалізовану ланку з обслуговування і діагностики технічного стану машин, очолювану досвідченим майстром-діагностом, та облаштувати відповідний пункт ТО і діагностування, який зможе обслуговувати також суміжні господарства.

Запровадити систему матеріального заохочення для механізаторів за економне використання ресурсів і тривалий безвідмовний період експлуатації техніки після ремонту.

Розробити перспективний план оновлення машинно-тракторного парку шляхом поступової заміни застарілої техніки на сучасну, енергоефективну і продуктивну.

Зрозуміло, що у нинішніх умовах нестабільної економіки реалізація зазначених заходів потребуватиме значних зусиль. Проте їх поступове впровадження забезпечить помітне покращення технічного стану машин, підвищення продуктивності праці та економічної ефективності діяльності господарства.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобиль ГАЗ-53А и его модификации. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1986.
2. Бабусенко С.М. Ремонт тракторів і автомобілів. – К.: Вища школа, 1982, - 345с.
3. Большов М.М., Орлов В.И., Подопрігора А.И., Савицкий Н.Н., Самсонова Е.Е. Охрана труда в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1978,- 623с.
4. Водолазов Н.К. Курсовое и дипломное проектирование по механизации сельского хозяйства. – М.: Агропромиздат, 1991, - 335с.
5. Жуков К.П. Расчет и проектирование деталей машин. – М.: Высшая школа, 1978, - 220с.
6. Калашников О.Г. Ремонт машин. – К.: Вища школа, 1983.
7. Лауш П.В., Клименчук П.М., Завгородній М.Д. Експлуатація і ремонт машинно-тракторного парку. Курсовое і дипломное проектування. – К.: Вища школа, 1984, - 205с.
8. Методичні вказівки з курсового проектування для студентів-заочників сільськогосподарських технікумів із спеціальності «Механізація сільського господарства». – Б.: 1991, - 397с.
9. Ремонт автотракторного електрооборудования. – М.: Колос, 1983.
10. Сідашенко О.І. Ремонт машин. – К.: Урожай, 1994, - 397с.
11. Ульман И.Е. Техническое обслуживание и ремонт машин. – М.: Агропромиздат, 1990, - 399с.